

Modelagem e aplicações para uma placa resistiva

Resumo

Pretende-se modelar e estudar a distribuição de tensões numa placa resistiva, que vem a ser um material condutor homogêneo distribuído sobre uma superfície bidimensional de formato conhecido.

Uma vez obtido um bom modelo matemático da distribuição de tensões ao longo da superfície e ajustados os parâmetros deste modelo com medições reais, a ideia é utilizar esta informação para conseguir, tocando-se num ponto da superfície com uma ponta metálica de prova, determinar as coordenadas de tal ponto apenas com a leitura destas medidas. Uma aplicação imediata para este aparato seria adaptá-lo para funcionar como um sensor de toque extremamente barato, embora bem preciso.

1. Introdução e objetivos

Sensores de toque são dispositivos extremamente comuns hoje em dia por estarem presentes em tablets e smartphones. Também aparecem em notebooks na forma de touchpads, embora o princípio de funcionamento seja um pouco diferente: ele detecta a *direção dos movimentos*, e não necessariamente as coordenadas tocadas.

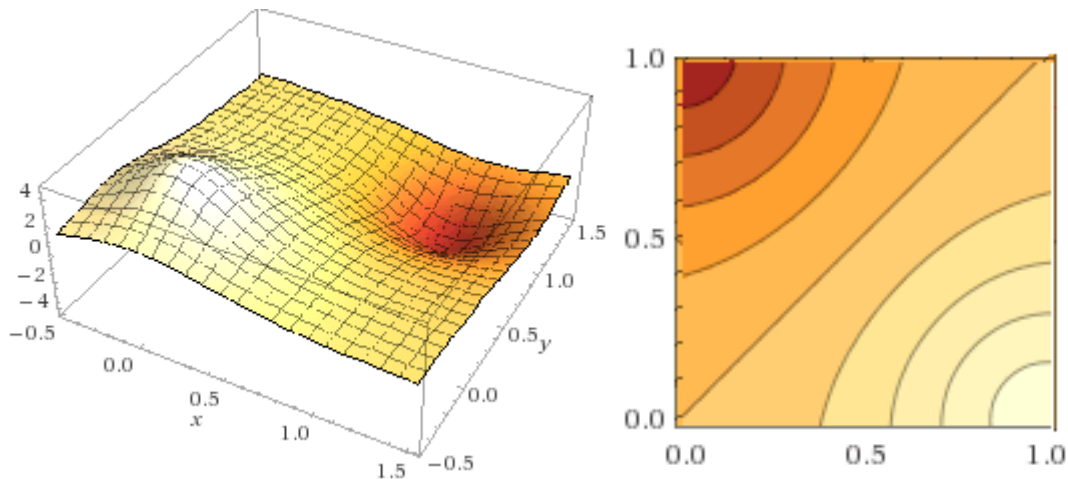
Um grande problema destes sensores, como todos devem saber, é sua precisão. Qualquer um pode comprovar isto ao tentar desenhar algo num tablet ou celular, comprovando que geralmente só se consegue produzir rascunhos grosseiros.

Existe um periférico conhecido como **Mesa Digitalizadora** que faz exatamente isto: permitir entrar coordenadas para um software qualquer de forma bem mais precisa. Mas são equipamentos relativamente caros. Não absurdamente caros, mas que certamente ficariam de fora da lista de compras de qualquer um que não precisasse utilizá-los diariamente.

Quando estendemos um fio de material condutor de um comprimento L , e aplicamos sobre ele uma diferença de potencial V , podemos tocá-lo em algum ponto com um voltímetro e descobrir a que distância este ponto está das extremidades energizadas apenas lendo o valor medido. Mas como se comportaria um fio “diferente”, de algum formato mais esquisito que não fosse o cilíndrico, por exemplo. Um fio “achatado”, com componentes claramente separáveis em duas dimensões. A ideia da placa resistiva é ampliar este princípio para duas dimensões, e descobrir a coordenada (x,y) a partir de tensões medidas num ponto tocado dentro desta superfície.

2. Fundamentos teóricos

Aplicando-se uma diferença de potencial em dois pontos de contato sobre a superfície resistiva é de se esperar que as tensões se propagem em linhas equipotenciais em torno destes dois contatos, decaindo do ponto de maior para menor potencial. Se, por exemplo, aplicamos esta diferença nos opostos da diagonal principal de uma placa quadrada, não é difícil intuir que a distribuição deve ser algo parecido com a apresentada a seguir:

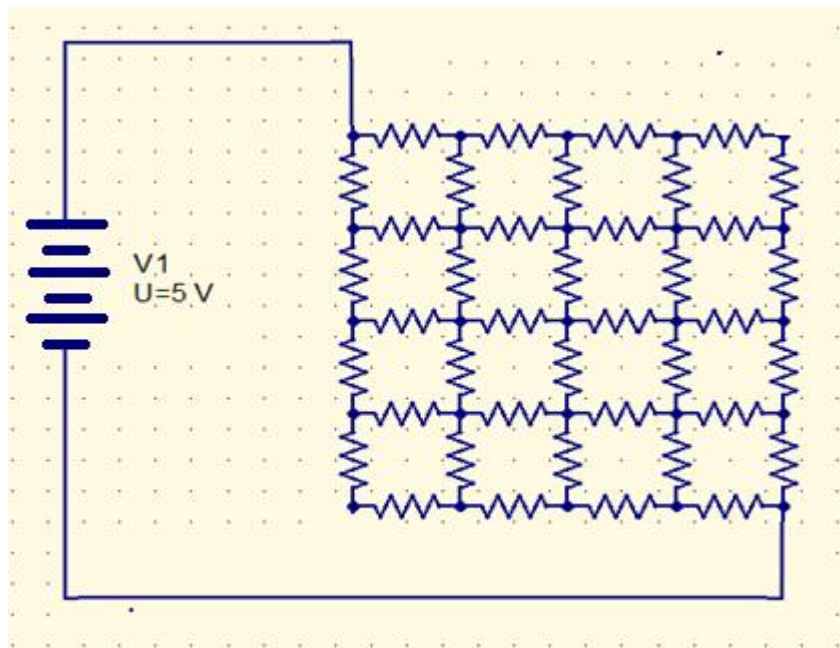


Estamos supondo, o que checaremos depois com as medidas reais, que a distribuição de tensões na placa segue a seguinte fórmula, ou alguma com desenho semelhante (onde L é a medida do lado da placa):

$$v(x, y) = f(x, y, L) = \frac{1}{x^2 + y^2} - \frac{1}{(L - x)^2 + (L - y)^2}$$

OBSERVAÇÃO: a fórmula acima é apenas um modelo teórico, sujeito a mudanças. Acreditamos que a curva de superfície real seja bem parecida com a proposta por questões de simetria: equipotencial retilíneo ao longo da diagonal oposta aos contatos e irradiando circularmente ao redor dos pontos de contato. A fórmula apresenta um comportamento parecido com o esperado, e foi por isso apresentada como primeiro modelo matemático.

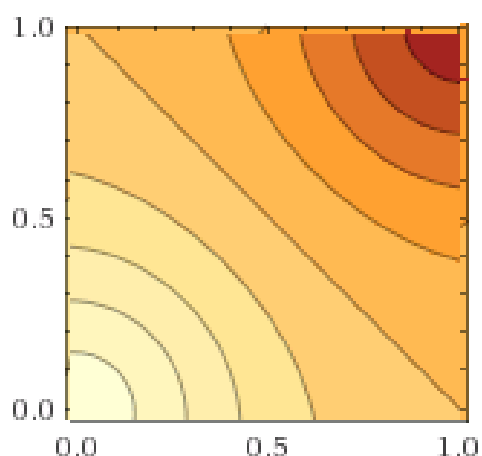
Acreditamos que para diferentes placas de diferentes materiais e diferentes lados, contanto que sempre seguindo a configuração geométrica quadrada, a distribuição deve ser muito próxima disto, variando apenas em amplitudes, mas conservando-se em formatos. A determinação real desta superfície seria medida experimentalmente, com um aparato experimental como o esquematizado a seguir:



Esta seria a configuração usada para obter a distribuição de tensões por coordenadas em nossa placa resistiva.

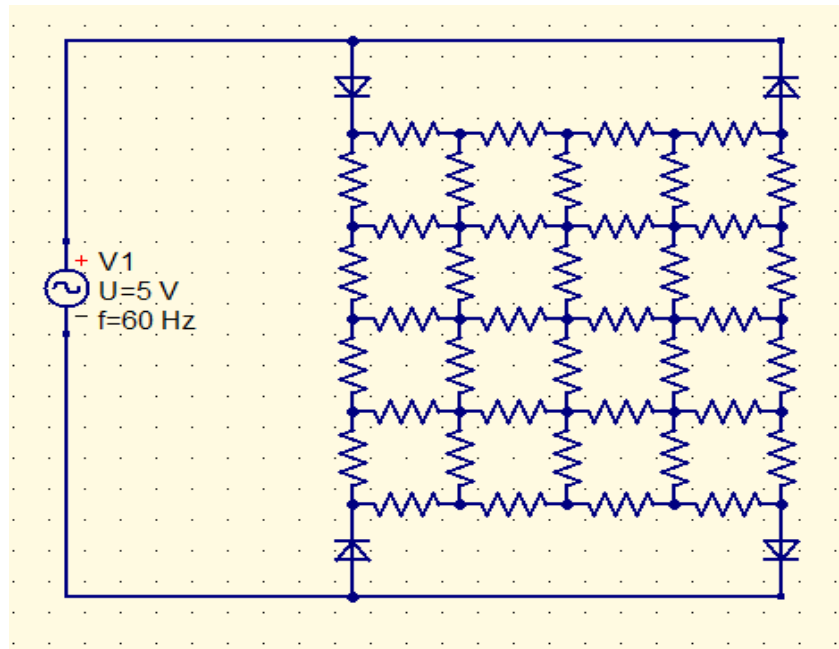
2.1. Problema prático e sua solução

O problema aqui é que, medida uma certa tensão, estamos determinando toda uma linha equipotencial, e não uma coordenada específica. Precisamos então, para o mesmo ponto, medir a tensão proveniente de outra configuração. O mais prático seria simplesmente trocarmos a diagonal da placa quadrada, obtendo agora equipotenciais espelhadas como as seguintes:

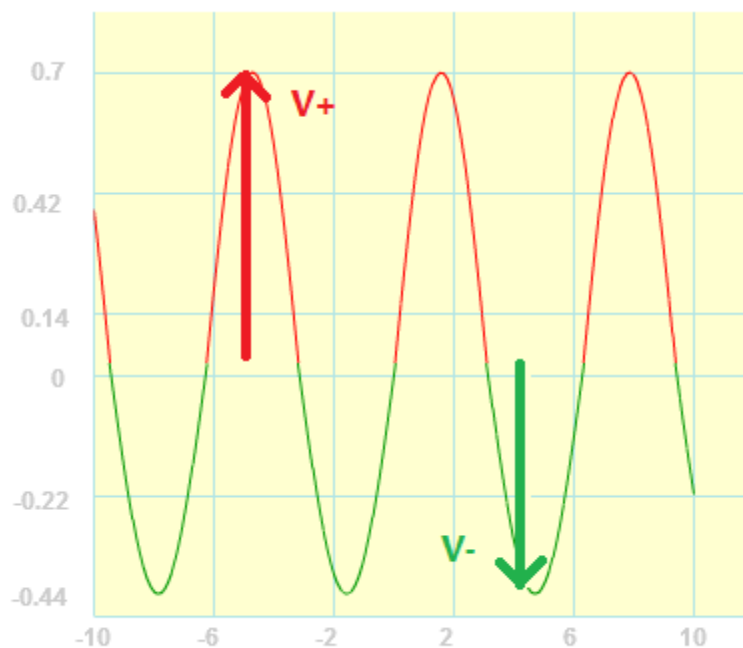


Conseguidas duas linhas equipotenciais, se determina as coordenadas com grande precisão. Para criar esta alternância de configurações de equipotenciais, pode ser usado um simples circuito com diodos de configuração muito semelhante ao de um retificador de corrente. Note que a placa resistiva está representada aqui pelo modelo que iremos

adotar, que para não poluir o circuito foi desenhado como uma simples malha de 40 resistores. A tensão de pico de 5v já prevê a possibilidade de ler as tensões dos pontos internos numa entrada de áudio de um microcomputador. A frequência de 60 Hz parece também bastante adequada para a interação entre o usuário e a placa, mas nada impede de aumentá-la caso se perceba a necessidade de maior responsividade do circuito:



Alimentando este circuito com uma fonte alternada é possível ler uma tensão senoidal com valores de pico distintos em cada semiciclo. Cada um destes picos corresponde à equipotencial de cada uma das configurações, o que permite assim determinar a coordenada onde a medida foi feita.



3. Descrição do arranjo experimental e equipamentos necessários

Uma placa resistiva pode ser modelada como uma malha de resistores de mesmo valor, e este circuito poderá ser construído para validar o modelo de equipotenciais e distribuição de tensões. Paralelamente também será feita uma simulação numérica, via programação, para que se tenha mais certeza quanto à exatidão do modelo adotado.

O segundo passo é a obtenção da placa resistiva, que será feita com uma camada de pó de grafite. Ainda precisamos fazer um teste de prova para descobrir a melhor forma de fixá-lo uniformemente sobre uma superfície lisa.

Conseguida a superfície resistiva, e tendo-se já um modelo matemático bem consistente para distribuição das tensões, será aplicada uma tensão fixa entre dois pontos da placa e medidas as tensões em coordenadas igualmente espaçadas. O objetivo é ajustar um gráfico de superfície medido ao modelo, estimando os parâmetros daquela placa em específico.

Com as características da placa parametrizadas, é o momento de montar o circuito completo, usando a tensão utilizada nas medidas como tensão de pico, e ler as tensões medidas na superfície interna de alguma forma. Um osciloscópio serviria bem a este propósito, mas o objetivo aqui é criar alguma interface que permita comunicação direta com um microcomputador, para que algum software simples de demonstração possa utilizar estas medidas como entrada em forma de coordenadas.

Com uma escolha adequada de tensão (entre 5 e 10 volts pico a pico) e um resistor de alto valor na ponta de medida, nada impede de usar a própria entrada de áudio de um computador com este propósito. Um programa simples poderia ler estes picos positivos e negativos, aplicar os parâmetros medidos e calcular as coordenadas, fornecendo ao software de demonstração para alguma tarefa útil, como desenhar na tela ou responder a comandos clicados em áreas pré-determinadas da placa resistiva.

4. Equipe e divisão de tarefas

Uma subdivisão prévia das etapas deste projeto, que ainda precisamos discutir e validar com todos os envolvidos presentes, seria a seguinte:

(1)Desenvolvimento teórico: dedução matemática da distribuição de tensões numa placa resistiva

(2)Programação & simulação de modelos teóricos: simulação via programação ou mesmo pelo excel

(3)Construção dos protótipos: escolha e montagem do material usado para fazer a placa resistiva E montagem dos arranjos experimentais: elaborar os circuitos e equipamentos de suporte para as medições

(4)Obtenção de dados e análise dos resultados, teóricos e experimentais, elaboração de gráficos de superfície

(5)Apresentação /diagramação do relatório.

(6)Demonstração prática usando resultados obtidos: criar algum software simples de demonstração capaz de calcular e usar as coordenadas lidas da placa

5. Cronograma de execução do projeto

1. Desenvolvimento teórico
 - a. Pesquisa bibliográfica – acredito que o tempo todo em que durar o projeto
 - b. Formulação dos modelos teóricos –
 - c. Construção de simulações numéricas

2. Construção do arranjo experimental e testes
 - a. Detalhamento do projeto do arranjo – uma semana
 - b. Lista de material e compras – entre 2 e 3 dias
 - c. Montagem do arranjo experimental – uma semana
 - d. Testes finais – um dia

3. Tomada e análise de dados
 - a. Medidas preliminares -
 - b. Análise dos dados preliminares –
 - c. Tomada de dados final
 - d. Análise dos dados

4. Consolidação dos resultados
 - a. Comparação com teoria e simulações
 - b. Preparação da apresentação

5. Demonstração

Já em desenvolvimento parcial ao menos desde a tomada e análise de dados. Consolidação final com os resultados, e finalização para ser apresentada em conjunto com a apresentação dos resultados do projeto.